



СОГЛАСОВАНО
Руководитель лаборатории
ООО «ИНЭКС СЕРТ»

Е.Н. Горбачев

«26» июля 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи температуры SSi

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-ИНС-009/07-2021

г. Чехов,
2021 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи температуры SSi (далее по тексту - преобразователи), изготовленных фирмой Smart Sensors Inc., США.

1.2 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи температуры SSi с серийными номерами:

2004.710037; 2004.710034; 2004.710035; №1909.920112/V0571060462; 2004.710005; 1909.920113/V0571060462; 2004.710023; 1909.920111/V0571060462; 2004.710016; 1833.892632/V0571059738; 2004.710027; 1935.942539/V0571065958; 1848.907704/V0571060460; 1848.907683/V0571060460; 1848.907751/V0571060460; 1848.907702/V0571060460; 1848.907698/V0571060460; 1848.907688/V0571060460; 1848.907681/V0571060460; 1848.907692/V0571060460; 1848.907750/V0571060460; 1848.907749/V0571060460; 1848.907703/V0571060460; 1848.907684/V0571060460; 1848.907691/V0571060460; 1848.907685/V0571060460; 1922.932884/V0571060463; 1848.907690/V0571060460; 1848.907687/V0571060460; 1848.907705/V0571060460; 1848.907699/V0571060460; 1848.907693/V0571060460.

1.3 Преобразователи обеспечивают прослеживаемость к ГЭТ35-2021 «ГПЭ единицы температуры- кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К» и ГЭТ34-2020 «ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С» в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры» методом сравнения с значениями измеренными эталонными средствами измерений (далее по тексту – СИ).

1.4 Настоящей методикой поверки не предусмотрена возможность реализации проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измерительных величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции	
		при первичной поверке	при периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	Да	Да
2 Опробование	8.3	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик	9.2	Да	Да
4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
5 Оформление результатов поверки	11	Да	Да

Примечание - при проведении поверки допускается совмещать п.п. 9.2 и 10.

2.2. При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки, поверку приостанавливают до устранения недостатков, выявленных при проведении поверки.

2.3 После устранения недостатков, вызвавших отрицательный результат, поверку продолжают.

2.4 При невозможности устранения недостатков, преобразователь признают непригодным к применению и эксплуатации по назначению. Оформляют извещение о

непригодности преобразователя в соответствии с Порядком проведения поверки, установленным нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений

3 Требования к условиям поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды (15-25) °С;
- относительная влажность окружающей среды (30-80) %;
- атмосферное давление (84-106) кПа;

3.2 Перед проведением поверки преобразователей должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- эталонное и вспомогательное оборудование должно быть выдержано при климатических условиях, указанных в эксплуатационной документации.
- эталонное и вспомогательное оборудование подготавливается к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на каждый прибор отдельно.

4 Требования к специалистам

4.1 К проведению поверки допускается персонал, изучивший эксплуатационную документацию на преобразователь и СИ, применяемых при проведении поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Сведения о средствах поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
Основные средства поверки		
9,10	Средство измерений температуры: диапазон измерений температуры от -196 до 450 °С, пределы абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,02$ °С	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-9-2 (регистрационный номер № 65421-16 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
9,10	Средство измерений температуры: диапазон измерений температуры -200 до +962 °С, пределы абсолютной погрешности измерений температуры $\pm(0,002+3 \cdot 10^{-6} \cdot t)$ °С	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15 (регистрационный номер № 19736-11 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
8,9,10	Средство измерений силы постоянного тока: диапазон воспроизведения от 4 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(10 \cdot 10^{-6} I + 4 \cdot 10^{-6}$ е.м.р.) А	Мультиметр 3458А (регистрационный номер № 25900-03 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)

Продолжение таблицы 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
Вспомогательное оборудование		
9,10	Средство воспроизведения и поддержания температуры: диапазон воспроизведения температуры от -200 до 0 °С, нестабильность поддержания $\pm 0,01$ °С	Криостат КТ-4
9,10	Средство воспроизведения и поддержания температуры: диапазон воспроизведения температуры от -75 до 100 °С, нестабильность поддержания $\pm 0,01$ °С	Термостат переливной прецизионный ТПП-1.3 (регистрационный номер № 33744-07в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
9,10	Средство воспроизведения и поддержания температуры: диапазон воспроизведения температуры от 35 до 300 °С, нестабильность поддержания $\pm 0,01$ °С	Термостат переливной прецизионный ТПП-1.0 (регистрационный номер № 33744-07 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
9,10	Средство воспроизведения и поддержания температуры: диапазон воспроизведения температуры от 50 до 680 °С, пределы абсолютной погрешности установления заданной температуры $\pm 0,15$ °С	Калибратор температуры «ЭЛЕМЕР-КТ-650Н» (регистрационный номер № 53005-13 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
3,3,9,10	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5Д (регистрационный номер № 71394-18 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %	
	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 80 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ кПа	

5.2 Все средства поверки должны быть исправны, поверены или аттестованы в соответствии с действующим законодательством.

5.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При поверке преобразователей выполняют требования техники безопасности, изложенные в документации на применяемые средства поверки и оборудование.

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие преобразователей следующим требованиям:

- отсутствуют механические повреждения и дефекты, влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики, а также препятствующие проведению поверки;

- соответствие серийного номера преобразователя номеру, указанному в паспорте

7.2 Результаты проверки внешнего вида преобразователя считаются положительным, если выполняются все подпункты п. 7.1.

7.3 При положительных результатах проверки внешнего вида преобразователей и при оперативном устранении недостатков во внешнем виде преобразователей, установленных при внешнем осмотре, поверка преобразователей продолжается по операциям, указанным в таблице 1.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Преобразователи подключают согласно схеме, указанной на рисунке 1.

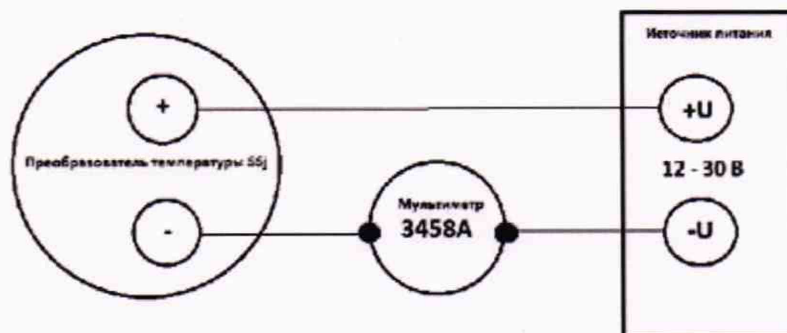


Рисунок 1 – Схема подключения преобразователей к измерительным приборам.

8.2 Подают рабочее напряжение и считывают при помощи мультиметра 3458А (далее – мультиметр) значение выходного сигнала в виде силы постоянного тока. По измеренному значению силы тока рассчитывают значение измеренной температуры окружающего воздуха по формуле:

$$t_{\text{изм}} = (t_{\text{max}} - t_{\text{min}}) \cdot \left(\frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \right) + t_{\text{min}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{изм}}$ – измеренное преобразователем значение температуры, °С;

t_{max} и t_{min} – соответственно верхнее и нижнее значения диапазона измерений температуры конкретного преобразователя, °С;

$I_{\text{изм}}$ – измеренное значение силы постоянного тока на выходе преобразователя, мА;

I_{max} и I_{min} – соответственно верхнее и нижнее значения диапазона выходного сигнала силы постоянного тока, мА.

8.3 Результаты опробования считаются положительными, если значение выходного сигнала преобразователя приблизительно соответствует температуре окружающего воздуха.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Для определения абсолютной погрешности измерений температуры (далее – погрешность) преобразователь подключают согласно схеме, указанной на рисунке 1. В качестве эталона температуры используется термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-9-2 (далее – ПТСВ), подключенный к многоканальному прецизионному измерителю температуры МИТ8.15 (далее – МИТ).

9.2 Чувствительный элемент поверяемого преобразователя погружают в рабочую зону термостата (калибратора температуры) совместно с ПТСВ. В термостате (ах) (калибраторе (ах) температуры) устанавливается точка, выбранная из ряда, предельно равных:

$$T_{\min}, 0,25 \cdot T_{\max}, 0,5 \cdot T_{\max}, 0,75 \cdot T_{\max}, T_{\max} \text{ } ^\circ\text{C},$$

где T_{\min} и T_{\max} – соответственно верхний и нижний границы диапазона измерений температуры, указанные в паспорте на конкретный преобразователь.

9.3 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между преобразователем, ПТСВ и термостатирующей средой регистрируются не менее 10 значений температуры, измеренных ПТСВ, индицируемых на дисплее МИТ и значений аналогового выходного сигнала преобразователя, измеренных при помощи мультиметра. Погрешность вычисляется по формуле:

$$\Delta T_i = \bar{t}_{\text{ср изм } i} - \bar{t}_{\text{ср э } i}, \quad (2)$$

где ΔT_i – рассчитанная абсолютная погрешность в i -ой точке, $^\circ\text{C}$;

$\bar{t}_{\text{ср изм } i}$ – измеренное преобразователем среднеарифметическое значение температуры в i -ой точке, определенное по формуле (3), $^\circ\text{C}$;

$\bar{t}_{\text{ср э } i}$ – измеренное ПТСВ среднеарифметическое значение температуры, в i -ой точке, рассчитанное по формуле (3), $^\circ\text{C}$;

$$\bar{t}_{\text{ср э } i} = \frac{1}{10} \cdot \sum_{i=1}^{10} t_{\text{э } i}; \quad \bar{t}_{\text{ср изм } i} = \frac{1}{10} \cdot \sum_{i=1}^{10} t_{\text{изм } i}, \quad (3)$$

где $t_{\text{э } i}$ – измеренное ПТСВ значение температуры в i -ой точке, $^\circ\text{C}$;

$t_{\text{изм } i}$ – измеренное преобразователем значение температуры в i -ой точке и рассчитанное по формуле:

$$t_{\text{изм } i} = (t_{\max} - t_{\min}) \cdot \left(\frac{I_{\text{изм } i} - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \right) + t_{\min}, \quad (4)$$

где $t_{\text{изм } i}$ – измеренное преобразователем значение температуры в i -ой точке, $^\circ\text{C}$;

t_{\max} и t_{\min} – соответственно верхнее и нижнее значения диапазона измерений температуры конкретного преобразователя, $^\circ\text{C}$;

$I_{\text{изм } i}$ – измеренное значение силы постоянного тока на выходе преобразователя в i -ой точке, мА;

I_{\max} и I_{\min} – соответственно верхнее и нижнее значения диапазона выходного сигнала силы постоянного тока, мА.

9.4 Операции по п. 9.3 рекомендовано проводить в точках, указанных в п. 9.2.

9.5 При выборе других точек, для расчета номинального значения выходного сигнала, соответствующего выбранной температурной точке, следует руководствоваться следующей формулой:

$$I_{\text{расчет } i} = t_{\text{уст } i} \cdot \left(\frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{t_{\text{max}} - t_{\text{min}}} \right) + I_{\text{min}} , \quad (5)$$

где $I_{\text{расчет } i}$ – расчетное значение выходного сигнала в i -ой точке, °С;

t_{max} и t_{min} – соответственно верхнее и нижнее значения диапазона измерений температуры конкретного преобразователя, °С;

$t_{\text{уст } i}$ – значение температуры выбранной i -ой точки, °С;

I_{max} и I_{min} – соответственно верхнее и нижнее значения диапазона выходного сигнала силы постоянного тока, мА.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Преобразователь соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки считают положительными, если:

- рассчитанное по формуле (2) значение абсолютной погрешности измерений температуры не превышает значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры, °С, в диапазонах значений:	
- от -196 до -110 °С включ.	$\pm(0,02 \cdot t + 0,5)$ ¹⁾
- св. -110 до +293 °С включ.	$\pm 2,7$
- св. 293 до 325 °С	$\pm(0,0075 \cdot t + 0,5)$ ¹⁾
¹⁾ – $ t $ - абсолютное значение измеренной температуры	

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом произвольной формы.

11.2 При положительных результатах поверки преобразователь признается пригодным к применению. Сведения о положительных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и на преобразователь выдается свидетельство о поверке в соответствии с действующим законодательством.

11.3 При отрицательных результатах поверки по разделам 7,8,9,10 преобразователь признается непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и на преобразователь выдается извещение о непригодности с указанием основных причин в соответствии с действующим законодательством.